

道路構造物から溶出するPRTR対象物質に関する研究

- 高架道路上の重金属の流出 -

環境保全部 三島聡子、大塚知泰、庄司成敬*、環境技術部 坂本広美

*現在、科学技術振興課

1 はじめに

自動車は、現代人の生活に欠かせないものではあるが、自動車排ガスだけではなく、雨天時には、道路排水が環境中に流出するなど、環境に負荷を与える可能性がある。そこで本研究では、様々な用途に使われ、環境中に広く存在し、人の健康や生態系に影響を及ぼすおそれがあると考えられるPRTR対象重金属について、降雨による高架道路から河川環境への流出実態とその由来を明らかにすることを目的とした。

2 実験方法

2.1 調査地点及び採取試料

図1に示した高架道路である新湘南バイパス(アスファルト舗装)と小出川とを調査対象とした。両者が近接している茅ヶ崎市今宿の同バイパス雨水排水口において降雨初期流出水(以下、バイパス排水)バイパス排水の小出川への流入口及びその付近の中原橋、上流の追出橋及び下流の宮の下橋の中央部で河川水と底質をサンプリングした。また、バイパス雨水排水口付近、宮の下橋付近及び中原橋付近で周辺土壌をサンプリングした。

2.2 調査対象物質及び分析法

バイパス排水は路上堆積物の混入した排水なので、ろ過し、このろ過物は路上堆積物と見なした。

このバイパス排水ろ液及び河川水

については重金属濃度を、路上堆積物、小出川底質及び周辺土壌については、重金属含有量を分析した。分析した重金属はPRTR対象物質であるクロム(Cr)、マンガン(Mn)、ニッケル(Ni)、銅(Cu)、亜鉛(Zn)、カドミウム(Cd)、鉛(Pb)である。

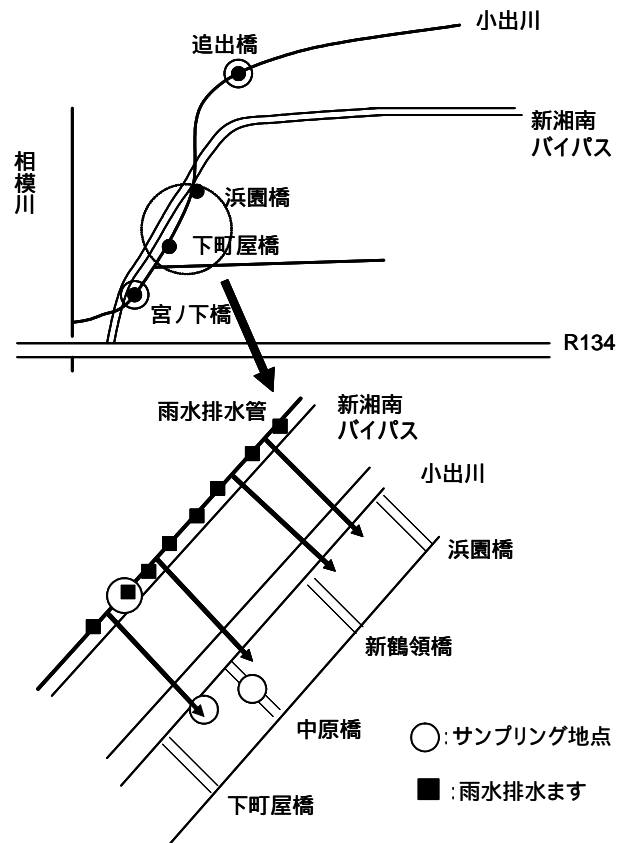


図1. 調査地点

2.3 アスファルト、路面標示用塗料及びタイヤの重金属分析

アスファルトについては、超純水及び pH4 に調整した超純水で溶出試験を行った。路面標示用塗料については、溶出試験と含有量試験を行った。タイヤについては、灰化後、含有量試験を行った。含有量試験は、乾燥試料を硝酸-塩酸分解法で分析した。分析した項目は Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb である。

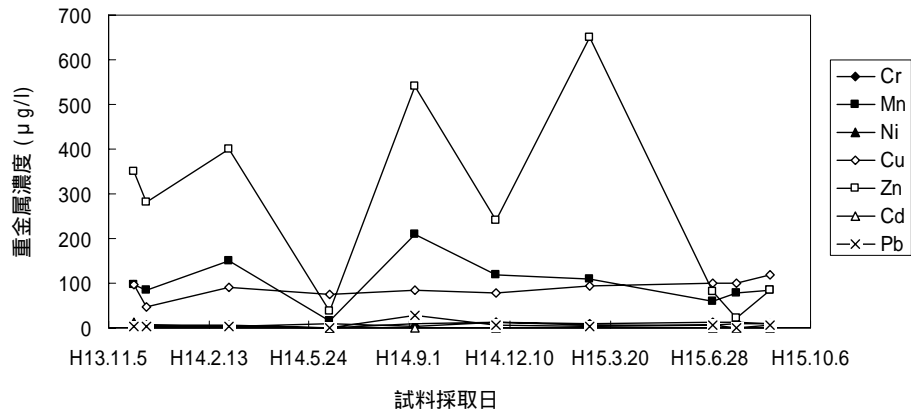


図2. バイパス排水(ろ液)重金属濃度変動

3 結果と考察

3.1 新湘南バイパス及び小出川調査結果

バイパス排水(ろ液)の重金属濃度は図2に示すように Zn, Mn, Cu が他の重金属に比べ高かったが、試料採取日による濃度の変動は雨量や降雨間隔によるものと考えられる。

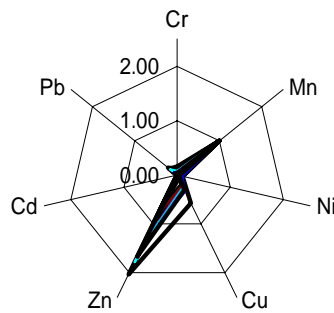


図3. 路上堆積物(ろ過物)重金属濃度比

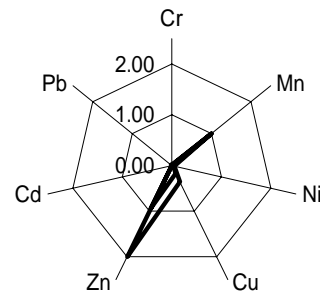


図4. バイパス排水小出川流入入口底質重金属濃度比

また、バイパス排水のろ液と路上堆積物(ろ過物)に含まれる各重金属濃度の比(Mn濃度を基準)は同じ傾向を示していたことから、バイパス排水(ろ液)に含まれていた重金属は、路上堆積物から溶出したものと考えられる。図3に路上堆積物、図4にバイパス排水小出川流入入口の底質、図5に中原橋の底質についての濃度比を示す。

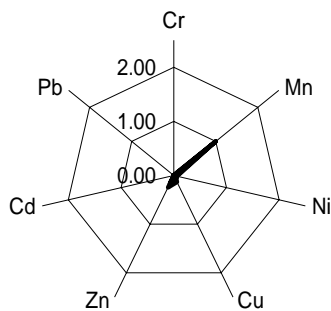


図5. 中原橋底質重金属濃度比

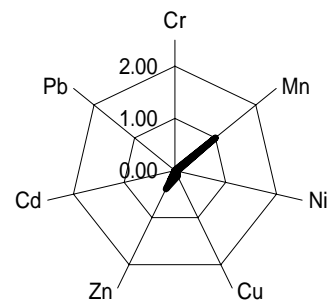


図6. 追出橋底質重金属濃度比

路上堆積物及びバイパス排水小出川流入入口の底質は、中原橋底質よりも、全体

的に重金属濃度が高く、Zn, Cu, Cr, Pb、特に Zn, Cu の比が高かった。図 6 及び 7 に小出川追出橋、宮の下橋の底質重金属濃度比を示す。湘南バイパスから離れて上流にある追出橋、バイパス排水が流入している中原橋、及び下流側の宮の下橋では検出された重金属の濃度比は同じ傾向を示し、また、濃度についてもあまり差がなかった。一方、河川水では、地点による各重金属の濃度比は差がなかったが、下流の方が、各重金属共、濃度が高かった。また、底質と同様、バイパス排水(ろ液)、バイパス排水小出川流入口、中原橋の順に排出源から遠くなるほど Zn, Cu, Cr, Pb の割合が減少した。

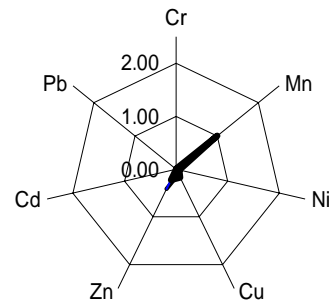


図7. 宮ノ下橋底質重金属濃度比

周辺土壌調査結果を表 1 に示す。各地点とも、Mn が高く検出された。路上堆積物と比較すると、Mn は同レベルであったが、その他の重金属は路上堆積物より低く検出された。

表1 周辺土壌調査結果 (単位: $\mu\text{g/g-dry}$)

	Cr	Mn	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
バイパス排水口付近	-	470	3.3	35	160	-	-
中原橋付近	-	400	2.0	34	210	-	-
宮ノ下橋付近	-	330	2.8	40	160	-	-
日本の土壌	25.7	432	18.6	19	59.9	0.295	17.2
定量限界	1	1	1	1	1	1	1

* - : 定量限界以下

今回の調査結果から湘南バイパスから小出川への重金属の負荷があることが明らかになったが、汚染された底質の河川中央部への拡散、移動は認められなかった。しかし、流量の増加時に、底質が中央部に流され、汚染が相模川本川まで及ぶことも考えられる。

3.2 アスファルト、路面標示用塗料及びタイヤの溶出試験及び含有量試験

アスファルトの溶出試験では、今回測定した重金属のうち、Mn のみが検出された。

路面標示用塗料の溶出試験及び含有量試験結果について表 2 に示す。路面標示用塗料に

ついては、含有量試験で Cr と Pb が検出され、溶出試験においても、Cr と Pb が検出された。また、

表2 路面標示用塗料溶出試験及び含有量試験結果

	含有量試験 (mg/g)		溶出試験 ($\mu\text{g/l}$)			
	Cr	Pb	超純水		pH4	
			Cr	Pb	Cr	Pb
溶融タイプ(粒体)白	-	-	-	-	-	-
溶融タイプ(粒体)黄	1.5	5.7	950	180	650	86
Cr, Pbのモル比	1	1.0	1	0.048	1	0.033
常温タイプ(溶剤系)白	-	-	-	-	-	-
常温タイプ(溶剤系)黄	6.0	22	1100	210	1400	37
Cr, Pbのモル比	1	0.92	1	0.048	1	0.0066
定量限界	0.001	0.001	1	1	1	1

* - : 定量限界以下

溶出試験からは、Cr は Pb に比べ溶出しやすい傾向があることが認められる。タイヤの含有量試験においては、Zn が高濃度で検出された。Zn はタイヤの加硫促進剤に使用されている。このことから路上堆積物中の Zn はタイヤ由来であることが推測された。

3.3 PRTR 対象重金属の非点源・広域排出源としての高架道路

各重金属について、PRTR における平成 13 年度の神奈川県の出外排出量、及び生産・輸入量を表 3 に示す。生産・輸入量については Cu, Zn, Pb が他の重金属よりも多く、環境負荷への可能性が高いと推測される。しかし、高架道路

表3 平成13年度PRTR届出外排出量(神奈川県)

(単位:kg/年)

物質名	届出外排出量					届出 排出量	合計	生産・輸入 量(t) (全国)
	事業者		家庭	移動体	合計			
	対象業種	非対象業種						
亜鉛の水溶性化合物	72617	0	0	0	72617	48859	121476	(全Zn) 721946
カドミウム及びその化合物	3	0	0	0	3	43	46	(全Cd) 6388
クロム、三価クロム、六価クロム化合物	1078	320	0	0	1398	211697	213095	(全Cr) 3082
銅水溶性塩(錯塩を除く)	2145	105422	49	0	107616	7263	114879	全(Cu) 1437351
鉛及びその化合物	690	2957	0	0	3647	579	4226	(全Pb) 261105
ニッケル、ニッケル化合物	32226	0	0	0	32226	85720	117946	(全Ni) 94124
マンガン及びその化合物	42288	0	0	0	42288	127438	169726	(全Mn) 43269

からの排出については、届出外排出量に考慮されておらず、その排出量は把握されていない。Cu, Zn, Pb は自動車部品、Zn, Pb, Cr は自動車部品のメッキに、Zn はタイヤの加硫促進剤に使用されている。また、エンジンオイルの添加剤には Zn や Cu 系の化合物がある。したがって、路上堆積物に含まれていた重金属は、これら自動車の部品等に由来するものと考えられた。ただし、Mn は、アスファルトの溶出試験でも検出されたが、元来地殻中に 0.1% 含まれているもので、路上堆積物中の濃度が土壌と同程度であったことから、土壌に由来するものと推測された。

4. まとめ

湘南バイパスから小出川への重金属の負荷があることが明らかになった。また、路上堆積物に含まれる重金属の由来は、主に Mn が土壌、Zn, Cu は自動車、Cr, Pb は自動車及び路面標示用塗料である可能性が示された。

高架道路など自動車交通の多い道路の路上堆積物は、重金属を高濃度に含み、環境への負荷が懸念される。現在の PRTR の届出外排出量に入っていないが、今回の研究で、高架道路は PRTR 対象重金属の非点源・広域排出源であることが明らかになった。